Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir
Vol. 14, No. 1, June 2023, p. 160-179
Original Research; DOI: 10.22067/ijpr.v14i1.2209-1045

پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۴ شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۴۰۲
صفحهٔ ۱۷۹-۱۶۰، نوع مقاله: پژوهشی




ارزیابی کارآیی زمان کاربرد برخی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز مزارع عدس دیم (*Lens culinaris* Medik.)

بنت‌الهدی جعفری[۱]، عبدالرضا احمدی[۲]* و سیدکریم موسوی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم علف های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران؛ j.hoda91@yahoo.com
۲- دانشیار علوم علف‌های هرز، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران؛ Ahmadi.a@lu.ac.ir
ORCID: 0000-0003-3135-4648
۳- استادیار علوم علف‌های‌هرز، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لرستان، ایران؛ skmousavi@gmail.com

تاریخ‌ها:
دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۶، **بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۸/۲۵، **پذیرش:** ۱۴۰۱/۱۲/۲۷؛ **انتشار آنلاین مقاله:** ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:
جعفری، ب.، احمدی، ع.، و موسوی، س.ک. ۱۴۰۲. ارزیابی کارآیی زمان کاربرد برخی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز مزارع عدس دیم (*Lens culinaris* Medik.). پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۴(۱): ۱۷۹-۱۶۰.

چکیده

گیاه عدس به دلیل ارتفاع نسبتاً کم و رشد اولیه کُند، در رقابت با علف‌های‌هرز آسیب‌پذیر است. اگرچه بیشترین تولید عدس در شرایط دیم است، اطلاعات کمی در مورد کنترل شیمیایی آنها منتشر شده است. آزمایش مزرعه‌ای برای تعیین اثربخشی هشت تیمار علف‌کش شامل اُکسی‌فلورفن، ایزوکسافلوتل، فلومتسولام، متری‌بیوزین، پندیمتالین *آریا*، پندیمتالین *پرول*، ایمازتاپیر و مخلوط پندیمتالین+ایمازتاپیر در سه زمان (کاربرد بلافاصله پس از کاشت، کاربرد پیش‌رویشی و کاربرد پس‌رویشی زودهنگام) به منظور کنترل علف‌های هرز و رشد و عملکرد در عدس دیم به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. گونه‌های علف‌هرز شایع و غالب مزرعه شامل گلرنگ‌وحشی (*Carthamus oxyacantha* M.Bieb)، شیرپنیر (*Galium aparine* L.)، جغجغک (*Vaccaria grandiflora* Jaub. & Spach.)، خلر (*Lathyrus sativa* L.) ، گوش‌فیلی (*Conringia orientalis* L.)، ماشک (*Vicia villosa* Roth)، کنف وحشی (*Hibiscus trionum* L.)، پیچک‌صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) و گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* (L.) A.Juss) بود. بر اساس نتایج آزمایش، میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای تیمارهای پس‌رویشی و پیش‌رویشی علفکش‌ها به‌ترتیب ۱۴/۹ و ۳۱/۰ درصد کمتر از کاربرد بلافاصله پس از کاشت بود. میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل و متری‌بیوزین در مقایسه با کاربرد بلافاصله پس از کاشت آنها به ترتیب ۵۲/۱ و ۵۰/۳ درصد کمتر بود. علف‌کش‌های متری‌بیوزین، ایزوکسافلوتل و اکسی‌فلورفن به ترتیب با ۲۸/۹، ۲۷/۲ و ۱۴/۴درصد گیاه‌سوزی، بیشترین آسیب را ایجاد کردند. نتایج نشان داد فلومتسولام به میزان ۲۰ گرم در هکتار به عنوان علف‌کش اولیه پس از سبز شدن و کاربرد پس‌رویشی زودهنگام ایمازتاپیر با ۳۵۰ میلی‌لیتر در هکتار نیز می‌توانند بدون هیچ‌گونه اثر مضر قابل توجهی استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: ایزوکسافلوتل؛ ایمازتاپیر؛ فلومتسولام؛ متری‌بیوزین

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Medic.) یکی از مهم‌ترین حبوبات است که در ایران به صورت آبی و دیم کشت می‌شود. در سال ۲۰۱۷، در سطح جهان حدود چهار میلیون هکتار با تولید کل ۴/۶۰ میلیون تُن و متوسط بهره وری ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کشت شد (FAO, 2016). سطح زیر کشت این گیاه در ایران ۱۲۹ هزار هکتار و میزان تولید آن ۷۴ هزار تُن گزارش شده است که از نظر سطح زیر کشت در جهان رتبه نهم و از نظر تولید در رتبه نوزدهم قرار دارد (FAO, 2016). عدس گیاهی سرمادوست و روز بلند بوده و تا ارتفاعات ۳۵۰۰ متری از سطح دریا قابل کشت است (Azari *et al*., 2022). توانایی عدس در تثبیت زیستی نیتروژن باعث بهبود وضعیت مواد

* نویسنده مسئول: Ahmadi.a@lu.ac.ir

غذایی خاک و ثبات در نظام‌های تولید زراعی می‌شود. عواملی مانند هزینه بالای تولید کودهای نیتروژن غیر ارگانیک آینده روشنی را پیش‌روی تولید محصولات زراعی دارای سازگاری با نظام‌های تناوبی و توانایی تثبیت نیتروژن از قبیل عدس ترسیم نموده است (Hossain *et al*., 2016; Abi-Ghanem *et al*., 2011). علف‌های هرز عوامل زیستی محدود کننده عملکرد هستند که بدون توجه انسان در محصولات رشد می‌کنند. رشد و نمو بهینه گیاهان زراعی به تغذیه متعادل و در دسترس بودن رطوبت، فضا و تشعشعات فعال فتوسنتزی بستگی دارد (Fageria *et al*., 2010). علف‌های هرز همچنین مصرف این منابع را برای رشد، توسعه و تولیدمثل خود هدف قرار می‌دهند. از این‌رو، علف‌های هرز و گیاهان زراعی معمولاً در یک رقابت ثابت برای تغذیه، فضا، رطوبت و نور هستند (Guglielmini *et al*., 2016).

در برخی از گیاهان زراعی، علف‌های هرز ممکن است باعث کاهش عملکرد جزئی کمتر از ۱۰درصد شوند. با این حال، در چندین محصول، علف‌های هرز ممکن است عملکرد را نزدیک به ۵۰ درصد کاهش دهد (Jabran *et al*., 2015). مدیریت ضعیف علف‌های هرز یکی از دلایل مهم بهره‌وری پایین عدس است. گیاه عدس بدلیل ارتفاع نسبتاً کم و رشد اولیه کُند، در رقابت با علف‌های هرز صعیف بوده و عملکرد محصول را به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. این کاهش عملکرد ۴۰ تا ۸۰ درصدی گزارش شده است (Bhowmick *et al*., 2010). از این رو، به دلیل رقابت شدید علف‌های هرز و خسارات ناشی از آنها به عدس، کنترل پایدار علف‌های هرز مورد نیاز است. علفکش‌ها به دلیل کارائی و صرفه اقتصادی، نقش محوری در مدیریت علف‌های هرز ایفاء می‌کنند (Mckay *et al*., 2002). علف‌کش‌های مختلف قبل از کاشت/پیش‌رویشی مانند تری‌فلورالین، پندیمتالین که برای کنترل علف‌های هرز در عدس توصیه می‌شود، فقط برای دوره اولیه حدود یک ماهه موثر هستند، در حالی که عدس یک محصول طولانی مدت (۱۴۵ روز) است و جوانه زدن علف‌های هرز بعداً نیز با محصول رقابت می‌کند (Zollinger, 2006; Elkoca *et al*., 2005; Brand *et al*., 2007; Ellis *et al*., 2017). در ایران تعداد علف‌کش ثبت شده برای عدس شامل دو علف‌کش پندی‌متالین و پرومترین است که هر دو بصورت پیش‌رویشی کاربرد دارند (Zand *et al*., 2017). گزارش شده است که پندیمتالین تنها علف‌کش از خانواده‌ی دی‌نیتروآنیلین است که در زراعت عدس مورد استفاده قرار می‌گیرد و دیگر علف‌کش‌های این خانواده مانند اتال‌فلورالین و تری‌فلورالین به دلیل گیاه‌سوزی و ایجاد خسارت، در زراعت عدس قابل استفاده نیستند (Wall, 1994; Vencill, 2002). در گزارش دیگری عنوان شده است که گیاه عدس نسبت به مصرف پیش‌کاشت آمیخته با خاک علف‌کش پندیمتالین مقاوم و متحمل می‌باشد (Hanson & Thill, 2001). بطوری که تیمارهای ترکیبی علف‌کش پندیمتالین با وجین و علف‌کش‌های پندیمتالین و پیریدیت، به ترتیب باعث افزایش ۵۹ و ۴۷ درصد عملکرد عدس شد (Mojni *et al*., 2004). در آزمایش‌های سایر محققان اثر علف‌کش پندی‌متالین در افزایش عملکرد عدس، گزارش شده است(Parsa & Bagheri, 2008; Izadi-Darbandi and Maghsoudi, 2021). اما گزارش‌های تحقیقاتی در مورد علف‌کش‌های انتخابی برای محصولات حبوبات در ادبیات نسبتاً محدود است. در پژوهش (Chaudhary *et al*., 2011) علف‌کش پندیمتالین کنترل ضعیفی بر علف‌های‌هرز پهن‌برگ نشان داد ولی جمعیت علف‌های‌هرز باریک‌برگ را به طور قابل توجهی کاهش داد.

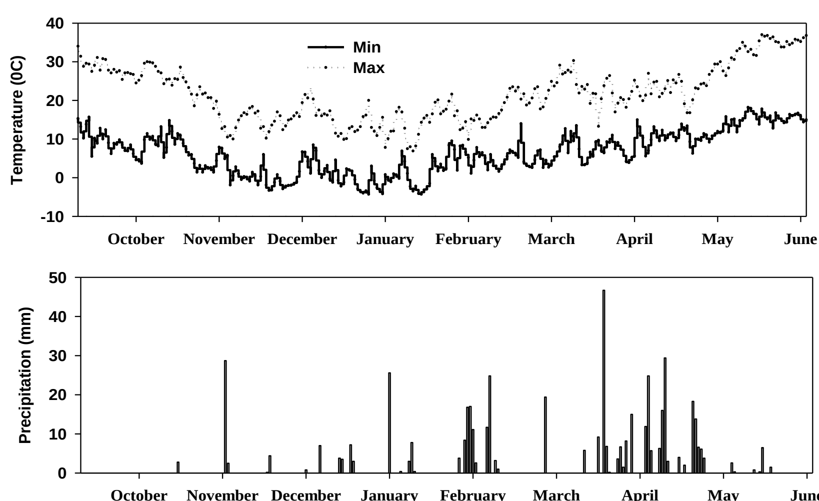
برای کنترل پس‌رویشی علف‌های‌هرز در مزارع عدس نسبت به سایر حبوبات مانند سویا، تعداد علف‌کش پس‌رویشی کمتری وجود دارد (Singh *et al*., 2014). متری بیوزین نیز از علفکش‌هایی است که در کشت عدس بصورت پس‌رویشی و گاهی اوقات بصورت پیش‌رویشی در مزارع کشورهای مختلف از جمله کانادا و استرالیا استفاده می‌شود (McMurray *et al*., 2018). گزارش شده است که کاربرد پس‌رویشی متری‌بیوزین و ترکیب متری‌بیوزین + فلوازیفوپ-پی-بوتیل بطور قابل توجهی تراکم عدس را بین۳۳/۱ و ۴۳/۱ در صد نسبت به تیمار شاهد تداخل افزایش دادند (Kantar *et al*., 2005). Veisi (2001) طی یک بررسی اظهار داشته، کاربرد علف‌کش ایزوکسافلوتل به صورت پس‌رویشی و پیش‌رویشی اختلاف معنی‌دار با شاهد بدون کنترل داشته است. در تحقیقی در لرستان، تیمارهای کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل و فومسافن به ترتیب ۹۶/۵ درصد و ۹۹ درصد علف‌های هرز را کنترل کردند و مناسب‌ترین تیمارها از نظر کاهش علف‌های هرز مزارع نخود بودند (Mousavi *et al*., 2010).

معرفی و کاربرد علف‌کش‌های مؤثر با طیف کنترلی وسیع و با محل‌های هدف متنوع، از جمله ضرورت‌های مدیریت علف‌های‌هرز است (Ahmadi *et al*., 2016; Singh *et al*., 2014). بنابراین استفاده بهینه و به موقع از علف‌کش‌های مناسب می‌توانند به طور مؤثری از رقابت علف‌های‌هرز با محصول زراعی در مراحل اولیه رشد جلوگیری کرده و مانع از کاهش عملکرد آن شود (Délye, 2005; Heap & Duke, 2018; Matthews, 2018). این پژوهش با هدف ارزیابی

کارآیی زمان کاربرد برخی علف‌کش برای کنترل علف‌های‌هرز مزارع عدس اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور ارزیابی کارآیی زمان کاربرد برخی علف‌کش‌ها برای کنترل علف‌های‌هرز مزارع عدس دانه قرمز (توده محلی) با ارتفاع متوسط ۲۲ سانتی متر و وزن ۱۰۰۰ دانه ۲۹ گرم به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار طی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶در ایستگاه تحقیقات سراب چنگایی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان واقع در شهرستان خرم‌آباد با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ۱۱۷۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. بافت خاک محل اجرای آزمایش سیلتی کلی لوم با ۱/۱۱ درصد ماده آلی بود. مشخصات پارامترهای هواشناسی منطقه در سال زراعی اجرای آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- تغییرات دمای حداقل و حداکثر روزانه و مقدار بارندگی روزانه در مکان آزمایش در خرم‌آباد، ایران در فصل رشد عدس د سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶.

Fig. 1. Minimum and maximum daily temperature and daily precipitation at the experimental site of Khorramabad, Iran during the lentil growing season in 2017-2018.

هشت تیمار علف‌کش به کرت اصلی و زمان کاربرد علف‌کش در ۳ سطح (۱- کاربرد بلافاصله پس از کاشت، ۲- کاربرد پیش از رویش عدس، ۳- کاربرد پس‌رویشی زودهنگام علف‌کش مقارن با ظهور گره چهارم عدس) به کرت فرعی اختصاص داده شد. سطوح کرت اصلی (تیمارهای علف‌کش) شامل ۱- اُکسی‌فلورفن(EC24%) به مقدار ۱ لیتر در هکتار، ۲- ایزوکسافلوتل (SC480) به مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، ۳- فلومتسولام (WG800) به مقدار ۲۰ گرم در هکتار، ۴- متری‌بیوزین (WP70%) به مقدار ۵۰۰ گرم در هکتار، ۵- پندیمتالین آریا (EC33%) به مقدار ۴ لیتر در هکتار ، ۶- پندیمتالین پرول (CS45.5%) به مقدار ۴ لیتر در هکتار ۷- ایمازتاپیر(SL 10%) به مقدار ۳۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و ۸- مخلوط پندیمتالین پرول (۲ لیتر در هکتار) + ایمازتاپیر ۳۵۰ میلی‌لیتر در هکتار بودند. به منظور انجام آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۶زمینی که دارای سابقه آلودگی کافی به علف‌های هرز بوده (جدول۱)، انتخاب شد.

عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دیسک‌زنی برای خرد کردن کلوخه‌ها و تسطیح زمین با ماله بود. کاشت به صورت دستی در کرت‌هایی با ۶ ردیف بطول ۵ متر با فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر در تاریخ ۳۰ آذرماه ۱۳۹۶ صورت گرفت. تراکم کاشت بر اساس ۷۵ کیلوگرم بذر در هکتار محاسبه شد (برای اعمال تاکم مطلوب ۱۰۰ بوته در مترمربع). سمپاشی بر مبنای تیمارهای ذکر شده در زمان مقتضی صورت گرفت. هر کرت آزمایش از نظر طولی به دو قسمت تقسیم گردید. قسمت بالایی هر کرت سمپاشی نشده و به عنوان شاهد آن کرت در نظر گرفته شد و قسمت پایین آن اعمال تیمار گردید. سمپاشی بلافاصله پس از کاشت (چهار روز پس از کاشت)، سمپاشی پیش‌رویشی (۶ هفته پس از کاشت) و سمپاشی پس‌رویشی زودهنگام حدود ۱۰ هفته

پس از کاشت، زمانی که عدس در مرحله رشد برگ شش تا هشت ترکیبی بود، با استفاده از سمپاش پشتی ماتابی با نازل شره‌ای کالیبره شده بر اساس پاشش ۳۰۰ لیتر آب در هکتار انجام شد.

جدول ۱- علف‌های هرز مزرعه عدس به ترتیب غالبیت

Table 1. Weeds based on dominance in lentil field

غالبیت Dominant	خانواده گیاهی Plant family	نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name
***	Rubiaceae	*Galium aparine* L.	شیرپنیر
***	Asteraceae	*Carthamus oxycantha* M.Bieb.	گلرنگ‌وحشی
***	Fabaceae	*Lathyrus sativa L.*	پیچک صحرایی
**	Fabaceae	*Vicia villosa* Roth	ماشک گل خوشه‌ای
*	Caryophyllaceae	*Vaccaria grandiflora* Jaub. & Spach	جغجغک
*	Papaveraceae	*Papaver* spp.	شقایق

*، ** و*** به ترتیب مغلوب، نیمه غالب و غالب

*,** and *** Recessive, Semi dominant, Dominant

یک ماه بعد از اولین مرحله کاربرد علف‌کش‌ها، تراکم علف‌های‌هرز بر مبنای ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی گیاه زراعی عدس اندازه‌گیری شد. ارزیابی چشمی اثرات گیاه‌سوزی روی گیاه‌زراعی عدس بر مبنای EWRC در دامنه صفر تا ۱۰۰ (نمره صفر گویای فقدان هر گونه تأثیر منفی و نمره ۱۰۰ گویای نابودی کامل) مورد بررسی قرار گرفت (Sandra *et al.*, 1997).

اطلاعات مربوط به گونه های علف‌هرز در هر کرت در مرحله گلدهی عدس جمع آوری شد. دو کوادرات (۰/۲۵ مترمربع) به طور تصادفی در هر کرت قرار گرفتند و علف‌های هرز از سطح زمین به‌وسعت ۰/۵ مترمربع بریده شدند. علف‌های هرز برای جداسازی به آزمایشگاه برده شدند و برای تعیین وزن خشک در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی عدس، با برداشت بوته‌های عدس هر کرت فرعی به طور جداگانه با دست به استثنای یک ردیف از هر طرف و ۵۰ سانتی‌متر از دو انتها در تاریخ ۹۷/۰۳/۲۰ (سطح برداشت ۳/۲ متر مربع)، اجزای عملکرد گیاه‌زراعی اندازه‌گیری شد. تعیین صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نیز بر مبنای ۲۰ بوته با انتخاب تصادفی از هر کرت در مرحله برداشت نهایی صورت گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد غلاف در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف و وزن صد دانه بود. تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش از طریق آنالیز واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver 9.1 صورت گرفت. کارایی کنترلی علف‌کش‌ها بر مبنای سهم نسبی هر تیمار در مقایسه با سایر تیمارها از نظر مؤلفه‌های علف‌هرز (تراکم و زیست‌توده) و گیاه‌زراعی (عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد) از تجزیه کلاستر استفاده شد. گروه‌بندی میانگین کارآمدی نسبی علف‌کش‌ها بر اساس تجزیه کلاستر به روش Ward در نرم افزار JMP نسخهٔ ۷ صورت پذیرفت. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات فلور علف‌هرز از سه شاخص فراوانی، یکنواختی پراکنش و میانگین تراکم بر اساس معادلات ۱ تا ۳ به شرح ذیل استفاده شد (Thomas, 1991).

$$F_k = \frac{\sum Yi}{n} * 100$$

(معادله۱)

Fk[1] : فراوانی گونه K

Yi: حضور (۱) و یا عدم حضور (۰) گونه K در مزرعه شماره i

n: تعداد مزارع مورد بازدید

$$U_k = \frac{\sum_1^n \sum_1^m X_{ij}}{\sum_1^m m}$$

(معادله۲)

Uk[2]: یکنواختی گونه K در مزرعه

Xij: حضور (۱) و یاعدم حضور (۰) گونه K در کوادرات شماره i در مزرعه شماره j

n: تعداد مزارع مورد بازدید

m: تعداد کوادرات

$$D_{ki} = \frac{\sum_1^m Z_j}{m} * 4$$

(معادل‌ه۳)

1. Frequency
2. Uniformaty

Dki[1]: تراکم (تعداد بوته در مترمربع) برای گونه K در مزرعه شماره i

Zj: تعداد گیاهان در کوادرات (۰/۲۵ مترمربعی)

m: تعداد کوادرات ها

نتایج و بحث

گونه‌های علف‌هرز

گلرنگ‌وحشی (*Carthamus oxyacantha* M.Bieb)، سس (*Cuscuta campesteris*)، شیرپنیر (Galium aparine L.)، خلّر (*Lathyrus sativa* L.)، توق (*Xanthium strumarium*)، گوش فیلی (*Conringia orientalis*)، ماشک (*Vicia villosa*)، شقایق (*Papaver* spp.)، کاهوی وحشی (*Lactuca* spp.)، گوش‌بره (*Chrozophora tinctoria* (L.) A.Juss)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و جغجغک (*Vaccaria grandiflora* Jaub. & Spach.) از جمله مهم‌ترین علف‌های‌هرز در سطح مزرعه آزمایش بودند (جدول۲). در پژوهش Ahmadi *et al*, (2013) در شرایط آب و هوایی شهرستان خرم‌آباد، مهم‌ترین علف‌های مشکل‌آفرین کشت عدس دیم به ترتیب گلرنگ‌وحشی (*C. oxyacantha*)، شیرپنیر (*G. tricornutum*)، خردل‌وحشی (*S. arvensis*)، جغجغک (*V. grandiflora*) و گوش‌فیلی (*C. orientalis*) گزارش شده است. علف‌های هرز پهن‌برگ یک مشکل جدی در تولید حبوبات است، بدلیل اینکه علف‌کش‌های انتخابی کمی برای کنترل این علف‌های هرز ثبت شده است (Fraser *et al*., 2003). نتایج نشان داد که اثربخشی کاربرد پیش‌رویشی علفکش پندیمتالین به میزان ۴ لیتر در هکتار در کاهش تراکم علف‌هرز پیچک چشمگیر بود. علاوه بر علفکش پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی زودهنگام علفکش اُکسی‌فلورفن به میزان ۱ لیتر در هکتار بیشترین کاهش تراکم علف‌هرز پیچک صحرایی را سبب شد، کارایی بالا احتمالاً بدلیل حساسیت گیاهچه‌های علف‌هرز پیچک به این علف‌کش تماسی می‌باشد. این موضوع در مطالعه‌ای مشابه (Delivin *et al*., 1991) در کاربرد پس‌رویشی ۵۰درصد میزان توصیه شده اکسی‌فلورفن دو هفته پس از کاشت سویا، علف‌های هرز گاوپنبه، توق، پیچک‌صحرایی و سایر علف‌های هرز را مهار کرد. علیخانی و همکاران (Alikhani *et al*., 2017) در بررسی اثر سطوح علفکش اکسی‌فلورفن بر کنترل علف‌هرز پیچک‌صحرایی در دو رقم ماش (Vigna radiate)در شرایط نشان دادند، در بین تیمارهایی که از علف‌کش جهت کنترل علف‌های هرز مورد استفاده قرار گرفتند، اکسی‌فلورفن با دُز ۲ لیتر در هکتار توانست بیشترین تاثیر را در کاهش علف‌هرز پیچک داشته باشد.

تراکم علف‌های‌هرز

تراکم علف‌های‌هرز در ۴۲ روز پس از سبز شدن عدس تحت تأثیر تیمارهای علف‌کش قرار نگرفت (جدول ۳). با این حال درصد تراکم علف‌های هرز در تیمارهای فلومتسولام، ایمازتاپیر و پندیمتالین آریا ۳۵ درصد نسبت به علف‌کش‌های پرول، متری‌بیوزین و ایزوکسافلوتل بیشتر بود (شکل ۲). تراکم علف‌های‌هرز به طور کاملاً معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر زمان کاربرد علف‌کش قرار گرفت (جدول ۳). مجموع تراکم علف‌های‌هرز برای تیمارهای کاربرد علف‌کش به صورت پس‌رویشی زودهنگام و پیش‌رویشی به طور معنی‌داری کمتر از میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای تیمار کاربرد علف‌کش به صورت بلافاصله بعد از کاشت گیاه‌زراعی بود. میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای تیمارهای پس‌رویشی و پیش‌رویشی ۱۴/۹ و ۳۱/۰ درصد کمتر از کاربرد پیش از کاشت بود. بین زمان‌های کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی از نظر تراکم علف‌های‌هرز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت؛ هر چند میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای تیمار پس‌رویشی به میزان ۱۹/۰درصد کمتر از کاربرد پیش‌رویشی بود (شکل ۲). کنترل علف‌های هرز ارتباط معناداری با گونه علف‌هرز، مرحله رویشی علف‌هرز و میزان علف‌کش دارد (Kieloch & Domaradzki, 2011) ، بنابراین کاربرد پیش رویشی بدلیل اینکه علف‌های هرز در مراحل اولیه در تماس با علف‌کش قرار می‌گیرند از کارایی بیشتری برخوردار است.

تراکم علف‌های‌هرز به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل نوع و زمان کاربرد علف‌کش قرار نگرفت (جدول ۳). کمترین میانگین تراکم علف‌های‌هرز به تیمار کاربرد پس از کاشت علف‌کش فلومتسولام مربوط بود. بیشترین میانگین تراکم علف‌های‌هرز نیز به تیمار کاربرد پس رویشی علف‌کش ایزوکسافلوتل اختصاص داشت. در مجموع تیمار پیش رویشی ایزوکسافلوتل تاثیر مناسب تری از نظر کنترل علف های هرز نسبت به کار برد پس رویشی آن داشت. میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای کاربرد پس‌رویشی ایزوکسافلوتل و متری‌بیوزین در مقایسه با کاربرد پس از کاشت آنها به ترتیب ۵۲/۱ و ۵۰/۳ درصد کمتر بود (شکل ۲).

1. Density

درصد گیاه‌سوزی عدس

بین انواع علف‌کش‌های مورد آزمایش از نظر تأثیر گیاه‌سوزی روی گیاه‌زراعی عدس در اوایل فصل رشد ۴۲ روز پس از کاشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). بر اساس ارزیابی صورت گرفته در ۴۲ روز پس از کاشت بیشترین میانگین اثرات گیاه‌سوزی روی گیاه عدس به علف‌کش‌های متری‌بیوزین و ایزوکسافلوتل به ترتیب برابر ۲۸/۹ و ۲۷/۲ درصد مربوط بود. کمترین میانگین اثرات گیاه‌سوزی روی گیاه‌زراعی عدس به پندیمتالین آریا مربوط بود که با علف‌کش‌های مخلوط پرول+ایمازتاپیر، ایمازتاپیر و فلومتسولام تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳).

تأثیر زمان کاربرد علف‌کش بر میزان گیاه‌سوزی گیاه‌زراعی عدس در ۴۲ روز پس از کاشت از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). میانگین درصد گیاه‌سوزی برای تیمار کاربرد قبل از رویش گیاه‌زراعی به میزان ۴۲/۷ درصد کمتر از تیمار کاربرد علف‌کش بلافاصله پس از کاشت بود. این موضوع گویای ایمنی نسبی بیشتر کاربرد علف‌کش‌های قبل از رویش گیاه‌زراعی در مقایسه با کاربرد بلافاصله پس از کاشت و کاربرد پس‌رویشی زودهنگام است (شکل ۳).

اثر متقابل نوع علف‌کش و زمان کاربرد علف‌کش برای درصد گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی گیاه‌زراعی عدس در اوایل فصل رشد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین میانگین اثر گیاه‌سوزی عدس به تیمارهای کاربرد بلافاصله پس از کاشت متری‌بیوزین و کاربرد پس‌رویشی زودهنگام ایزوکسافلوتل مربوط بود. بررسی‌های جانسون و همکاران(Johnson *et al*., 2007) نشان می‌دهد که کاربرد پیش‌رویشی ایزوکسافلوتل بهتر از کاربرد پس‌رویشی آن می‌باشد. این رخداد به مرحله رشدی گیاه زراعی برمی‌گردد با توجه به اینکه در مراحل خیلی ابتدایی‌تر را ندارد، گیاه عدس هنگام خروج از خاک به دلیل عدم توانایی تجزیه علف‌کش دچار گیاه‌سوزی می‌شود. در بین تیمارهای علف‌کش، کاربرد بلافاصله پس از کاشت و پیش از رویش گیاه‌زراعی، علف‌کش پندیمتالین آریا فاقد هر گونه تأثیر گیاه‌سوزی مشهود روی گیاه‌زراعی عدس بودند (شکل ۳). در پژوهش Ahmadi *et al*.,(2016) در شرایط آب و هوایی شهرستان خرم‌آباد، کاربرد علف‌کش متری‌بیوزین به میزان یک کیلوگرم در هکتار اثر گیاه‌سوزی معنی‌داری بر گیاه‌زراعی عدس داشت.

ارزیابی جمعیت علف‌هرز در ۷۰ روز پس از کاشت

تراکم علف‌های‌هرز: با توجه به جدول تجزیه واریانس، تراکم علف‌های‌هرز در ۷۰ روز پس از کاشت رشد تحت تأثیر نوع و زمان علف‌کش قرار نگرفت (جدول ۴)؛ با این وجود کمترین (۱۸/۸۹ بوته در متر مربع) و بیشترین (۸۳/۳۴ بوته در متر مربع) میانگین تراکم علف‌های‌هرز به ترتیب به علف‌کش‌های فلومتسولام و ایزوکسافلوتل مربوط بود. سایر علف‌کش‌ها از نظر تراکم علف‌های‌هرز با تیمارهای حائز حداقل و حداکثر تراکم علف‌های‌هرز تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۴). همچنین میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای کاربرد بلافاصله بعد از کاشت ۵۳/۳ درصد کمتر از کاربرد قبل از رویش گیاه‌زراعی بود.

در صورتی که تراکم علف‌های‌هرز در ۷۰ روز پس از کاشت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل نوع و زمان کاربرد علف‌کش قرار گرفت (جدول۴). در بین تیمارهای علف‌کش بیشترین(۱۶۲/۲ بوته در مترمربع) و کمترین (۶/۶۷ بوته در مترمربع) میانگین تراکم علف‌های‌هرز به ترتیب به تیمار کاربرد قبل از رویش ایزوکسافلوتل و کاربرد بلافاصله پس از کاشت فلومتسولام اختصاص داشت. به استثنای علف‌کش‌های اکسی‌فلورفن و فلومتسولام در مورد سایر علف‌کش‌های مورد آزمایش بین زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش از نظر تراکم علف‌های‌هرز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. اثربخشی کاربرد پس‌رویشی زودهنگام علف‌کش اکسی‌فلورفن و کاربرد بلافاصله پس از کاشت ایزوکسافلوتل در کاهش تراکم علف‌های‌هرز چشمگیر بود. در مورد علف‌کش اکسی‌فلورفن، میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای کاربرد پس‌رویشی زودهنگام ۸۴/۱ درصد کمتر از کاربرد قبل از رویش گیاه‌زراعی بود، و در مورد علف‌کش ایزوکسافلوتل نیز میانگین تراکم علف‌های‌هرز برای کاربرد بلافاصله پس از کاشت ۷۹/۳ درصد کمتر از کاربرد پیش‌رویشی زودهنگام بود. بین کاربرد دو نشان تجاری پندیمتالین (پرول و آریا) از نظر تراکم علف‌های‌هرز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، در صورتی که اضافه شدن ایمازتاپیر به پرول در مورد کاربرد پس‌رویشی سبب افزایش کارایی ترکیب علف‌کش در کاهش تراکم علف‌های‌هرز به میزان ۶۵/۳ درصد شد (شکل ۴).

جدول۲- میانگین تراکم، یکنواختی پراکنش و فراوانی گونه‌های علف‌هرز شایع در سطح مزرعه عدس

Table 2. Average density, uniformity of distribution and abundance of common weed species in the lentil field

نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	خانواده گیاهی Plant family	شکل رویش Vegetative form	مسیر فتوسنتزی Photosynthetic pathway	میانگین تراکم MD (plant/m^2)	یکنواختی پراکش distribution uniformity	درصد فراوانی Frequency(%)
شیرپنیر	*Galium aparine L.*	Rubiaceae	A	C3	5.5	56.3	91.7
پیچک‌صحرایی	*Convolvulus arvensis L.*	Convolvulaceae	P	C3	5.2	54.8	87.4
ماشک گل خوشه‌ای	*Vicia villosa*	Fabaceae	A	C4	5	30.9	66.7
شقایق	*Papaver* spp	Papaveraceae	A	C3	4.5	12.3	41.7
سس	*Cuscuta campesteris*	Cuscutaceae	A	C3	2.1	9.9	50
جغجغک	*Vaccaria grandiflora* Jaub. & Spach	Caryophyllaceae	A	C3	1.1	3.7	58.3
گوش‌فیلی	*Conringia orientalis* (L.)	Brassicaceae	A	C4	0.9	39.5	66.7
توق	*Xanthium strumarium*	Asteraceae	A	C3	0.8	3.7	41.7
	Lathyrus sp.	Fabaceae	A	C3	0.8	3.2	25
گوش‌بره	*Chrozophora tinctoria* (L.) A.Juss	Euphorbiaceae	A	C3	0.7	2.7	25
گلرنگ‌وحشی	*Carthamus oxyacantha* M.Bieb	Asteraceae	A	C3	0.7	12.8	15.7

A: Annual(یکساله) and P: Perennial(چندساله)

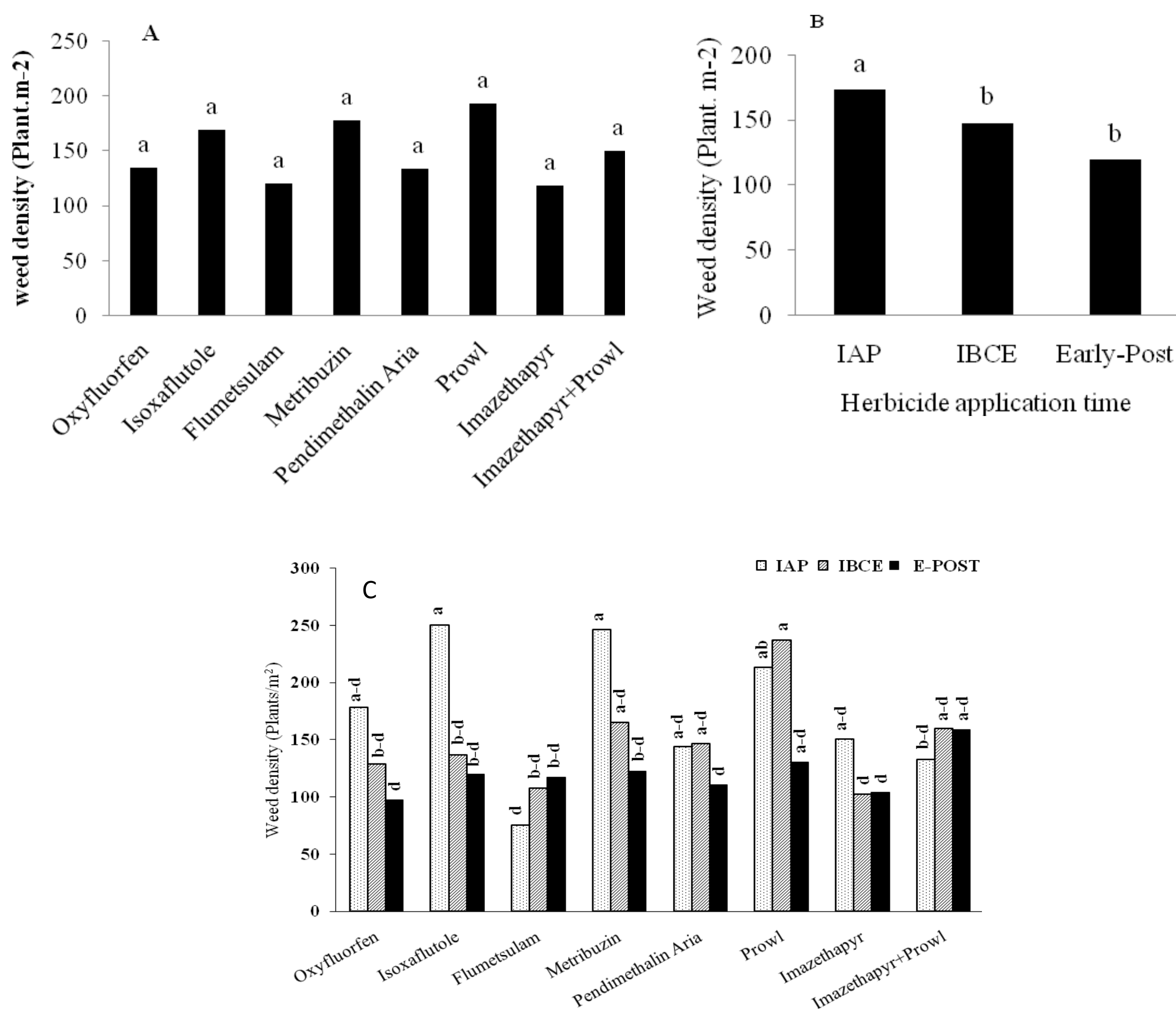
جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های تراکم علف‌های‌هرز و اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی عدس (ارزیابی چشمی) در ۴۲ روز پس از کاشت

Table 3. Analysis of variance of weed density data and herbicide injury effects on lentil crop (visual scale)in 42 day after planting

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square	
		تراکم علف‌های‌هرز Weed density	اثرات گیاه‌سوزی علف‌کش‌ها روی عدس Herbicide effects on lentils
بلوک Block	2	10.04**	1.23**
علف‌کش Herbicide	7	0.5^{ns}	1.80**
خطای کرت اصلی Main plot error	14	0.8	0.18
زمان کاربرد علف‌کش Herbicide application time	2	1.07**	0.31*
اثرمتقابل علف‌کش×زمان کاربرد Herbicide × Time	14	0.16^{ns}	0.32**
خطای کرت فرعی Sub-plot error	32	0.16	0.09
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	7.41	10.22

ns ، * و** به ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

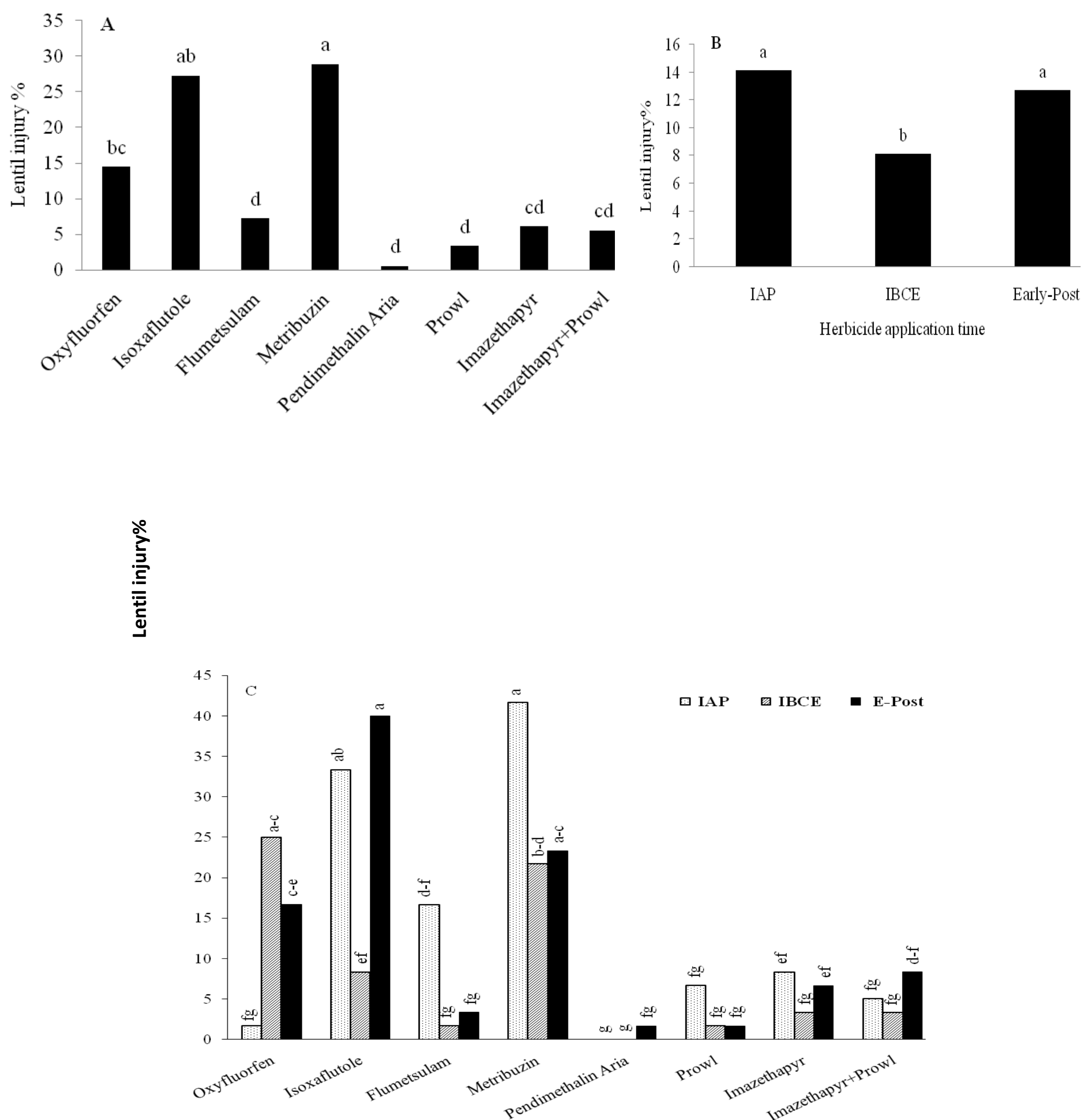
Ns, * and **: no significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively



شکل ۲- تأثیر نوع علف‌کش، زمان کاربرد و اثرمتقابل آنها بر تراکم علف‌های‌هرز در ۴۲ روز پس از کاشت

Fig. 2. Influence of herbicide type (A), application time (B) and their interaction (C) on weed density at 42 day after plamting

IAP: Immediately after planting; **IBCE**: Immediately before crop emergence; **E- P**: Eraly post herbicide application



شکل ۳- تأثیر نوع علف‌کش زمان کاربرد و اثرمتقابل آنها بر درصد گیاه‌سوزی گیاه‌زراعی عدس

Fig. 3. The effect of herbicide type (A), application time (B) and their interaction (C) on percentage of herbicide injury on Lentil

IAP: Immediately after planting; **IBCE**: Immediately before crop emergence; **Early- Post**: Eraly post herbicide application

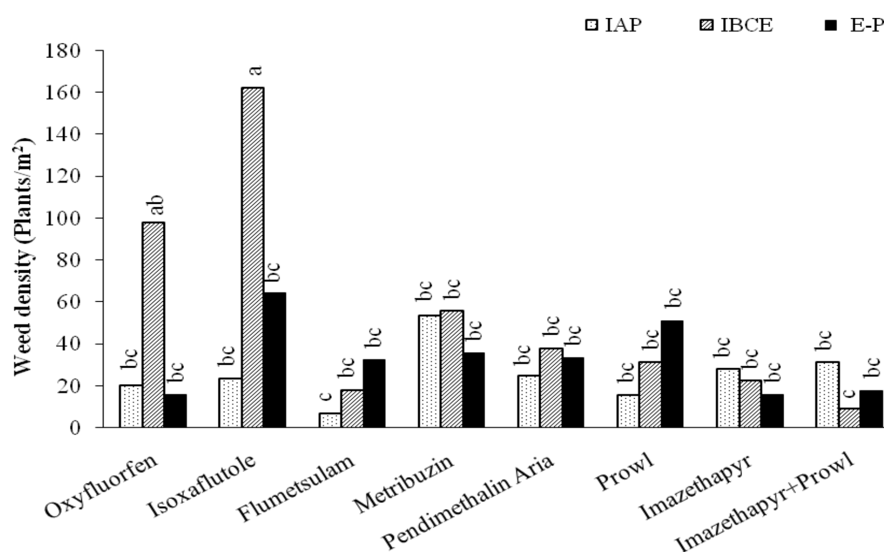
جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های جمعیتی علف‌های‌هرز در ۷۰ روز پس از کاشت

Table 4. Analysis of variance of weeds population characteristics at 70 days after planting

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square	
		تراکم علف‌های‌هرز Weed density	وزن خشک علف‌های هرز Weed biomass
بلوکBlock	2	0.64^{ns}	0.03^{ns}
علف‌کش Herbicide	7	2.71^{ns}	5.61^{ns}
خطای کرت اصلی Main plot error	14	1.72	2.68
زمان کاربرد علف‌کش Herbicide application time	2	1.09^{ns}	1.72^{ns}
اثرمتقابل علف‌کش×زمان کاربرد Herbicide × Time	14	1.64*	1.44^{ns}
خطای کرت فرعی Sub-plot error	32	0.77	1.49
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	23.25	29.60

ns ، * و** به ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

Ns, * and **: no significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively



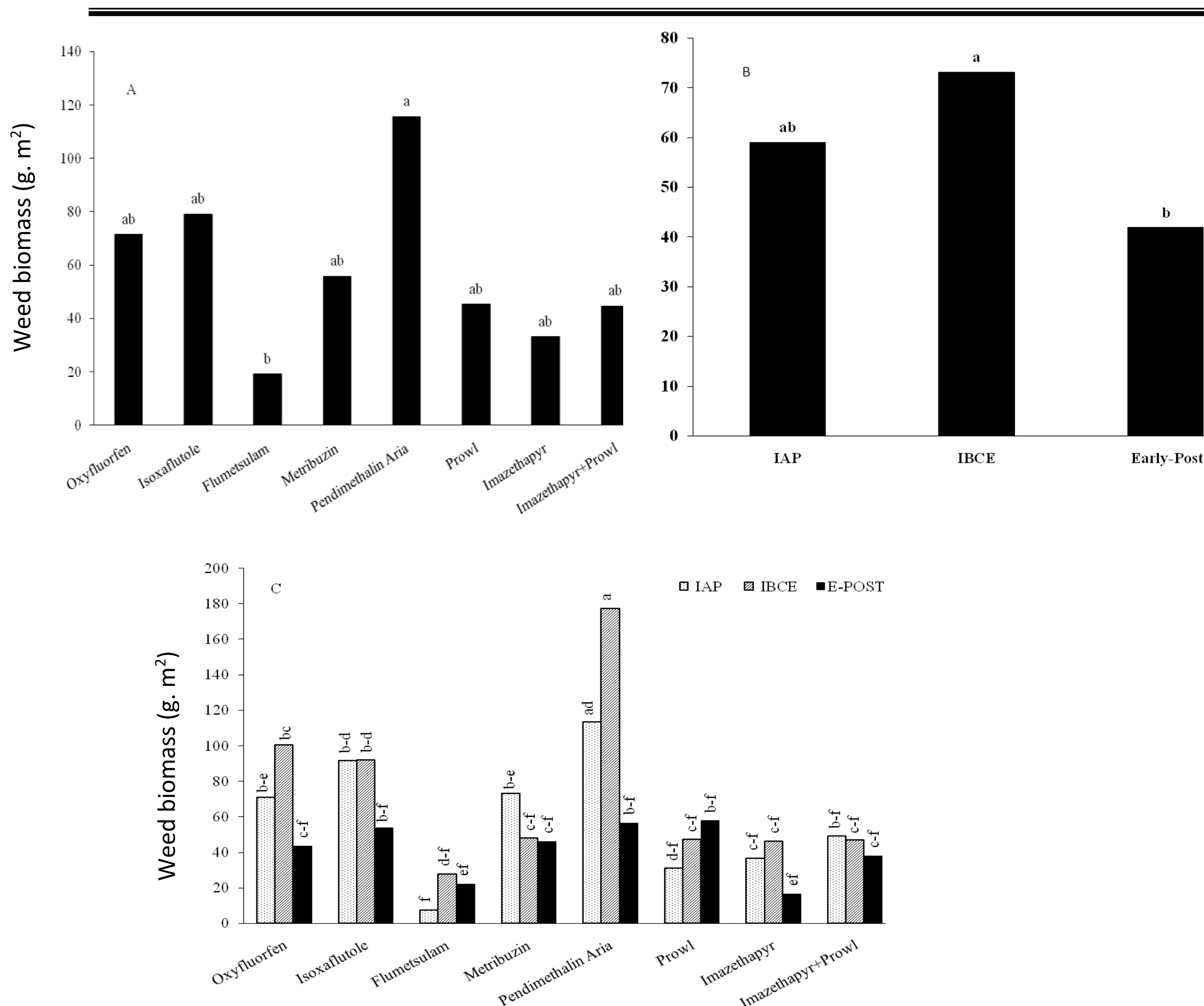
شکل ۴- تاثیر متقابل نوع و زمان کاربرد علف‌کش بر تراکم علف‌های‌هرز در ۷۰ روز پس از کاشت

Fig. 4. Interaction of the effect of type and time herbicide application on weed density at 70 days after planting

IAP: Immediately after planting; **IBCE**: Immediately before crop emergence; **E- P**: Eraly post herbicide application

زیست‌توده علف‌های‌هرز

تأثیر نوع علف‌کش بر وزن خشک علف‌های‌هرز در در اواسط فصل رشد (۷۰ روز پس از کاشت) از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول۴). در بین علف‌کش‌های مورد آزمایش، کمترین میانگین وزن خشک علف‌های‌هرز به علف‌کش فلومتسولام مربوط بود، که با هیچ یک از علف کش های مورد آزمایش اختلاف معنی داری نداشت.



شکل ۵- تأثیر نوع علف‌کش، زمان کاربرد و اثرمتقابل آنها بر وزن خشک علف‌های‌هرز در ۷۰روز پس از کاشت

Fig. 5. The effect of herbicide type (A), time application (B) and their interaction (C) on the dry weight of weeds at 70 days after planting

IAP: Immediately after planting; **IBCE**: Immediately before crop emergence; **E- P**: Eraly post herbicide application

از سوی دیگر در بین علف‌کش‌های مورد آزمایش بیشترین میانگین وزن خشک علف‌های‌هرز به علف‌کش پندیمتالین آریا اختصاص داشت، که با سایر علف‌کش‌ها به استثنای فلومتسولام و ایمازتاپیر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۵). وزن خشک علف‌های‌هرز در اواسط فصل رشد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان کاربرد علف‌کش‌ها قرار نگرفت (جدول ۴). میانگین وزن خشک علف‌های‌هرز برای کاربرد پس‌رویشی زودهنگام ۴۲/۷ درصد کمتر از کاربرد قبل از رویش گیاه‌زراعی بود (شکل ۵).

در بررسی Ahmadi (2011) علف‌کش‌های متری‌بیوزین، مخلوط متری‌بیوزین + تری‌فلورالین، فومسافن و مخلوط سیمازین + پرومترین جمعیت علف‌های‌هرز را در سطح قابل قبولی کنترل نمود. در پژوهش مذکور کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین کنترل کامل علف‌های‌هرز پهن‌برگ یک‌ساله را موجب شد. تیمارهای کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک مخلوط علف‌کش‌های متری‌بیوزین+تری‌فلورالین، کاربرد پیش‌رویشی فومسافن در هر دو مقدار مورد آزمایش و کاربرد پیش‌رویشی مخلوط سیمازین + پرومترین نیز موجب کاهش ۸۸ درصد تولید زیست‌توده علف‌های‌هرز یک‌ساله پهن‌برگ

شدند. در پژوهش یاد شده در بین تیمارهای کنترل شیمیایی بیشترین درصد افزایش عملکرد (۵۶/۴ درصد) به تیمار کاربرد پیش‌رویشی فومسافن به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار اختصاص داشت. کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌های فومسافن، مخلوط سیمازین + پرومترین، متری‌بیوزین و پندیمتالین فاقد اثرات گیاه‌سوزی پایدار روی عدس بودند و با توجه به اثرات مطلوب آنها در کنترل علف‌های‌هرز می‌توان برای مدیریت علف‌های‌هرز کشت عدس روی آنها حساب باز کرد. این محققان عنوان کردند که اثرات باقی مانده احتمالی این علف‌کش‌ها روی کشت‌های بعدی در تناوب زراعی نیز نیاز به بررسی دارد. نتایج تحقیق Amiri (2007) نشان داد که تیمارهایی که در آنها فقط از یک علف‌کش برای کنترل علف‌هرز استفاده شده بود، نتوانستند علف‌های‌هرز برگ‌پهن مشکل‌سازتر را در حد مطلوب کنترل کنند. در حالی که کاربرد پیش‌رویشی مخلوط علف‌کش‌های پندیمتالین با ایمازتاپیر توانست جمعیت علف‌های‌هرز کشیده برگ و همچنین علف‌های‌هرز برگ‌پهن را در حد بسیار مطلوب کاهش دهد. این موضوع در مطالعه‌ای مشابه در کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌های پندی‌متالین و پایریدیت در عدس مشاهده شده است (Izadi-Darbandi and Maghsoudi, 2021).

صفات گیاه‌زراعی عدس در مرحله برداشت محصول

تراکم بوته عدس: جدول تجزیه واریانس نشان داد که تراکم بوته عدس در مرحله برداشت نهایی محصول در سطح احتمال پنج درصد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع علف‌کش قرار گرفت (جدول ۵). بیشترین میانگین تراکم بوته عدس (۸۰ بوته در مترمربع) به علف‌کش ایمازتاپیر مربوط بود که با سایر علف‌کش‌های مورد ارزیابی به استثنای ایزوکسافلوتل، متری‌بیوزین و پندیمتالین آریا تفاوت معنی‌داری نداشت، و کمترین میانگین تراکم بوته عدس (۴۲/۵۸ بوته در مترمربع) به علف‌کش ایزوکسافلوتل مربوط بود، که با علف‌کش‌های پندیمتالین آریا و متری‌بیوزین تفاوت معنی‌داری نداشت. بین دو نشان تجاری پندیمتالین آریا و پرول از نظر تراکم بوته عدس اختلاف معنی‌داری آماری وجود داشت. بطوری که در بررسی اثر کاربرد پندی‌متالین مشاهده شد که تراکم بوته عدس در کاربرد پندی‌متالین پرول ۳۵/۹ درصد بیشتر از پندی‌متالین آریا بود. بین مخلوط پرول + ایمازتاپیر و هر یک از اجزای مخلوط علف‌کش از نظر تراکم بوته عدس تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۶).

طبق نتایج تجزیه واریانس تراکم بوته عدس در مرحله برداشت محصول تحت تأثیر زمان کاربرد علف‌کش و اثر متقابل نوع و زمان کاربرد علف‌کش قرار نگرفت (جدول ۵). بیشترین (۱۰۰ بوته در مترمربع) و کمترین (۲۵/۵۳ بوته در مترمربع) میانگین تراکم بوته عدس بترتیب به کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش پرول و تیمار کاربرد بلافاصله پس از کاشت ایزوکسافلوتل اختصاص داشت. در بین علف‌کش‌های مختلف مورد آزمایش صرفاً برای علف‌کش‌های اکسی‌فلورفن، ایزوکسافلوتل و پرول بین زمان‌های کاربرد علف‌کش از نظر تراکم بوته عدس تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در تیمار کاربرد پس‌رویشی زودهنگام اکسی‌فلورفن تراکم بوته عدس به‌طور معنی‌داری بیشتر از کاربرد پیش‌رویشی بود، و تراکم بوته عدس در تیمار کاربرد پس از کاشت علف‌کش ایزوکسافلوتل به میزان۴۱/۴ کمتر از کاربرد پیش‌رویشی آن بود (شکل ۶).

عملکرد بیولوژیک عدس

عملکرد بیولوژیک عدس در واحد سطح به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر هیچ کدام از فاکتورهای ازمایش قرار نگرفت (جدول ۵). بر اساس نتایج آزمایش، در بین تیمارهای کاربرد علف‌کش اختلاف معنی داری مشاهده نشد، اما تیمار کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر اختلاف معنی داری با علفکش متری‌بیوزین داشت؛ بطوری که بیشترین (۳۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) میانگین عملکرد بیولوژیک عدس در واحد سطح به ترتیب کاربرد ایمازتاپیر و متری‌بیوزین مشاهده شد (شکل ۷). همچنین در بین تیمارها از نظر آماری بین زمان کاربرد علفکش‌ها اختلاف معنی داری مشاهده نشد. با این وجود بیشترین (۴۷۷۸ کیلوگرم در هکتار) میانگین عملکرد بیولوژیک عدس به تیمار کاربرد بلافاصه پس از کاشت فلومتسولام و کمترین (۱۰۰۰کیلوگرم در هکتار) به تیمار بلافاصله پس از کاشت ایزوکسافلوتل اختصاص داشت. در بین علف‌کش‌های مورد آزمایش صرفاً در مورد اکسی‌فلورفن، ایزوکسافلوتل و فلومتسولام بین زمان‌های کاربرد علف‌کش از نظر عملکرد بیولوژیک عدس اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

در مورد اکسی‌فلورفن، عملکرد بیولوژیک عدس برای کاربرد پس‌رویشی زودهنگام ۶۰/۶۲ درصد بیشتر از کاربرد پیش‌رویشی بود. در مورد ایزوکسافلوتل عملکرد بیولوژیک عدس برای کاربرد پیش‌رویشی۶۹ به میزان درصد بیشتر از کاربرد بلافاصله پس از کاشت بود؛ در مورد فلومتسولام عملکرد بیولوژیک عدس برای کاربرد بلافاصله پس از کاشت ۵۸/۱۴ درصد بیشتر از کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بود و در مورد مخلوط پرول + ایمازتاپیر عملکرد بیولوژیک عدس بین مخلوط و اجزای مخلوط تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۷).

عملکرد دانه عدس

نتایج نشان داد که اثر متقابل نوع علفکش و زمان کاربرد آن‌ها تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه عدس در واحد سطح داشت (جدول۵). بیشترین (۸۹۰/۶ کیلوگرم در هکتار) میانگین عملکرد دانه عدس به تیمار کاربرد بلافاصله پس از کاشت فلومتسولام ۲۰ گرم در هکتار مربوط بود و کمترین (۱۳۱/۳ کیلوگرم در هکتار) به کاربرد بلافاصله پس از کاشت ایزوکسافلوتل به مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار اختصاص داشت. در مورد متری‌بیوزین، پندیمتالین، پرول و ایمازتاپیر بین زمان‌های مختلف کاربرد علف‌کش از نظر عملکرد دانه عدس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، در حالی‌که در مورد اکسی‌فلورفن، ایزوکسافلوتل و فلومتسولام و مخلوط پرول + ایمازتاپیر بین زمان‌های کاربرد علف‌کش از نظر عملکرد دانه عدس اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

عملکرد دانه عدس برای کاربرد پیش‌رویشی اکسی‌فلورفن به میزان ۵۲/۵ درصد کمتر از کاربرد پس‌رویشی زودهنگام بود. در مورد ایزوکسافلوتل عملکرد دانه عدس برای کاربرد پس از کاشت به ترتیب ۸۱/۶ و ۷۸ درصد کمتر از کاربرد پیش‌رویشی و پس‌رویشی زودهنگام بود. کاربرد پس‌رویشی زودهنگام فلومتسولام عملکرد دانه را به میزان ۵۶/۵ درصد نسبت به کاربرد بلافاصله پس از کاشت کاهش داد. در مورد مخلوط پرول + ایمازتاپیر نیز عملکرد دانه عدس برای کاربرد بلافاصله پس از کاشت ۳۵/۶ درصد کمتر از کاربرد پیش‌رویشی آن بود، ولی در مورد مخلوط علف‌کش‌ها و اجزای آن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۸).

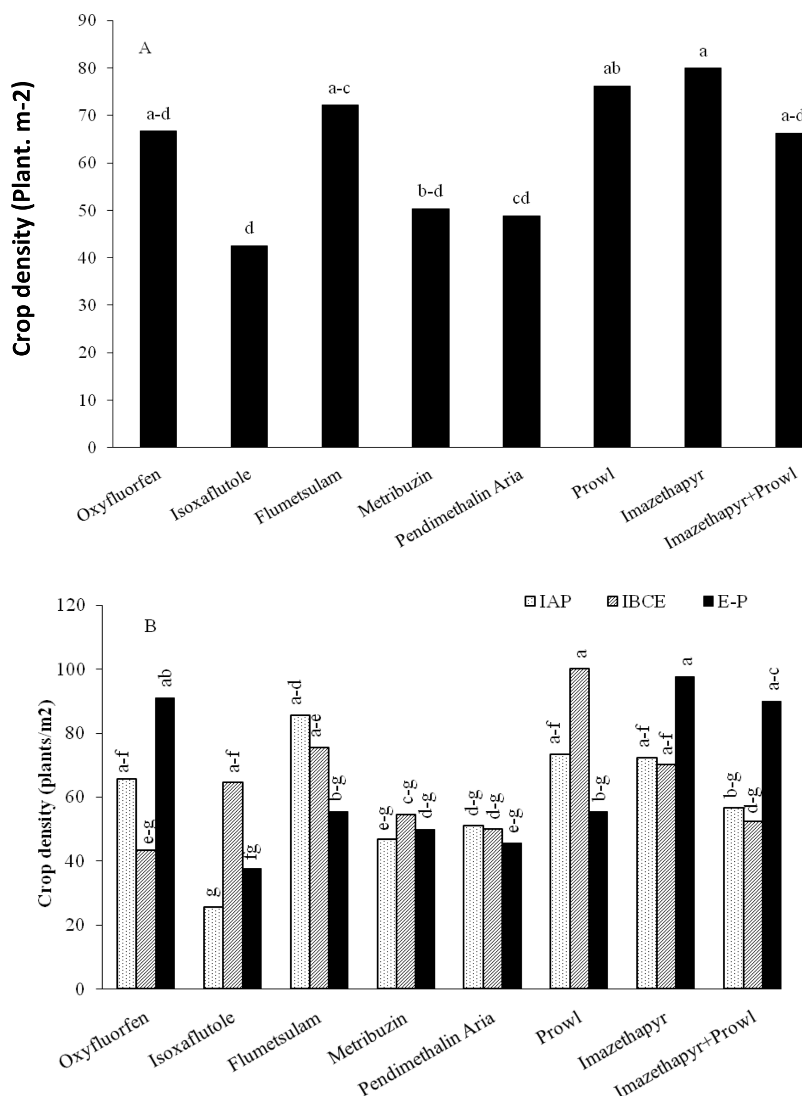
جدول ۵- تجزیه واریانس داده‌های تراکم بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه عدس

Table 5. Analysis of variance of the Lentil crop density, biological yield and grain yield

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squared		
		تراکم بوته عدس Crop density (plant. m^{-2})	عملکرد بیولوژیک biological yield (Kg. ha^{-1})	عملکرد دانه grain yield (Kg. ha^{-1})
بلوکBlock	2	1.26**	0.26ns	0.53ns
علف‌کش Herbicide	7	0.68*	0.98ns	0.64ns
خطای کرت اصلی Main plot error	14	0.21	0.44	1.28
زمان کاربرد علف‌کش Herbicide application time	2	0.05^{ns}	0.04ns	0.71*
اثرمتقابل علف‌کش×زمان کاربرد Herbicide × Time	14	0.24^{ns}	0.42**	0.83**
خطای کرت فرعی Sub-plot error	32	0.13	0.1	0.16
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	7.9	23.03	5.98

ns ، * و** به ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

Ns, * and **: no significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively



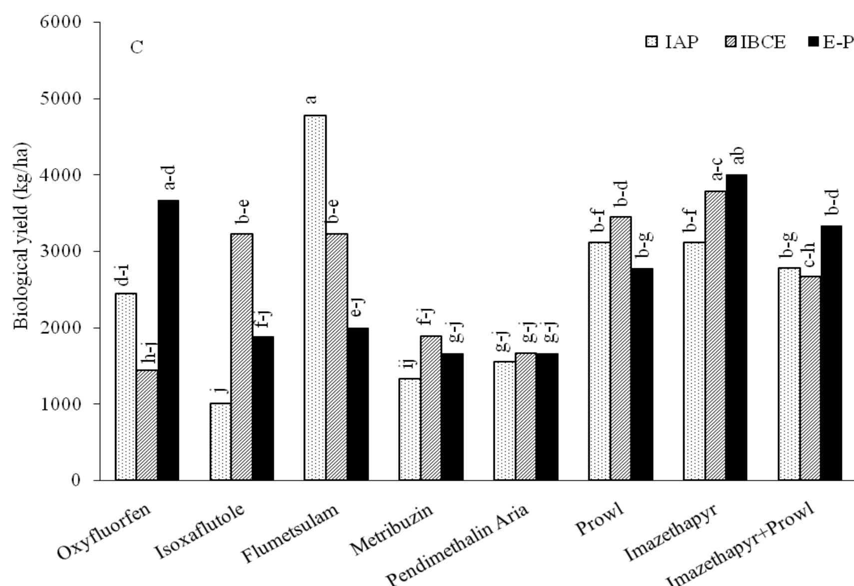
شکل ۶- تأثیر نوع علف‌کش و اثرمتقابل (نوع × زمان) بر تراکم بوته عدس در مرحله برداشت محصول

Fig. 6. The effect of herbicide type (A), and interaction effect (B) on the density of the lentil plant during the harvest stage

IAP: Immediately after planting; **IBCE**: Immediately before crop emergence; **E- P**: Eraly post herbicide application

کارآمدی نسبی علف‌کش‌ها برای کنترل علف‌های‌هرز کشت عدس

گروه بندی علف‌کش‌های عدس براساس تجزیه کلاستر مبتنی بر کارایی کنترل گونه‌های علف‌هرز شایع در سطح مزارع عدس به پنج گروه متمایز تفکیک شده‌اند (شکل ۹). در بین علف‌کش‌های مورد آزمایش، کاربرد بلافاصله پس از کاشت فلومتسولام به مقدار ۲۰ گرم در هکتار و کاربرد پیش رویشی ایمازتاپیر ۳۵۰ میلی لیتر در هکتار ایده‌آل‌ترین علف‌کش‌ها برای کشت عدس بودند. در رتبه دوم مخلوط پس‌رویشی زودهنگام علف‌کش ایمازتاپیر۳۵۰ میلی لیتر در هکتار + پندیمتالین ۴ لیتر در هکتار جای داشت. بر این اساس به کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌های ایزوکسافلوتل ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، پندیمتالین آریا ۴ لیتر در هکتار و متری بیوزین۵۰۰ گرم در هکتار با کارایی مشابه در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها سطح کارآمدی کمتری تعلق گرفت (شکل ۹). این سطح کارآمدی نسبی کمتر در اینجا به دو جنبه تاثیر گیاه‌سوزی روی گیاه‌زراعی یا ناتوانی در حذف اثرات تداخلی علف‌های‌هرز یا هر دوی آنها مربوط بوده است.

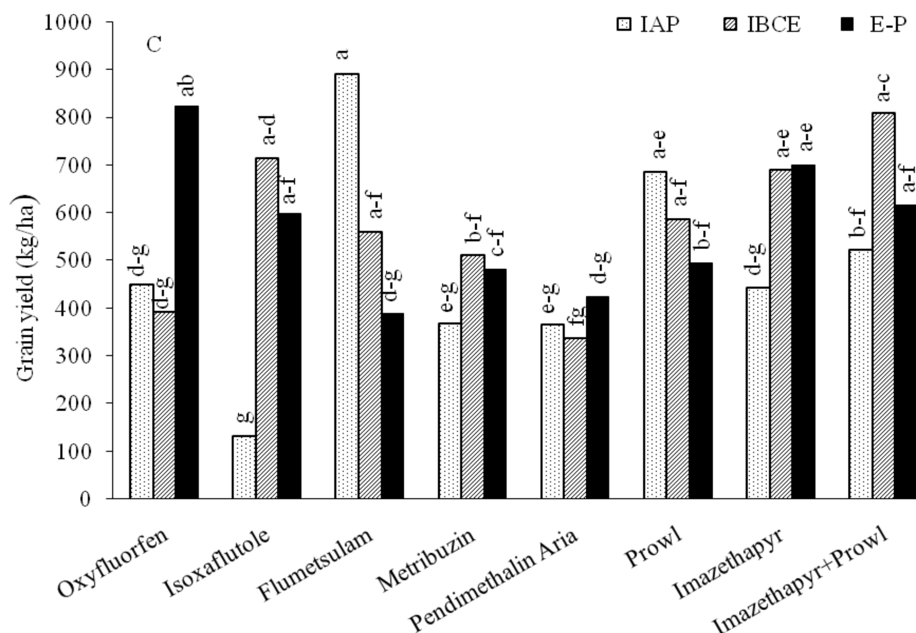


شکل ۷- تأثیر نوع و زمان کاربرد علفکش‌ها بر عملکرد بیولوژیک عدس در واحد سطح

حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

Fig. 7. Effect of type and time of application of herbicides on biological yield per unit area

The similar letters indicate non significant difference at 0.01 probability level. **IAP**: Immediately after planting; **IBCE**: Immediately before crop emergence; **E- P:** Eraly post herbicide application

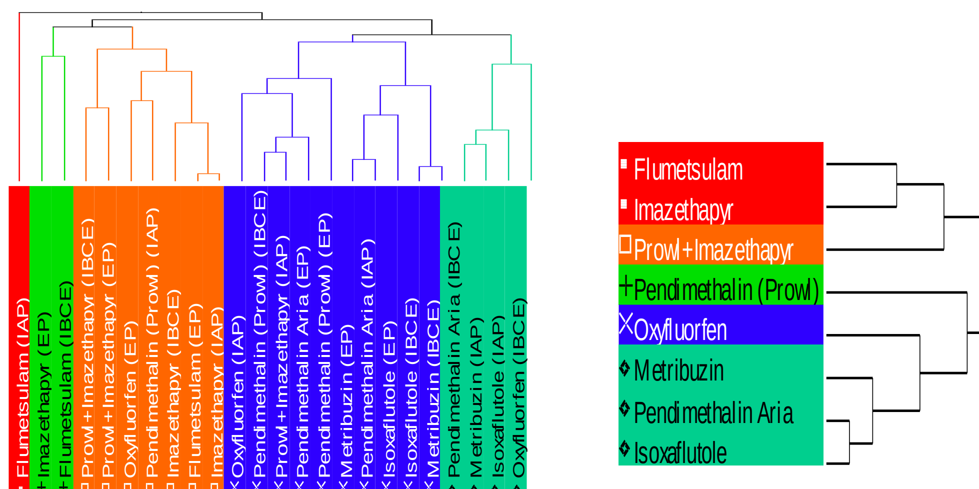


شکل ۸- تأثیر نوع و زمان کاربرد علفکش‌ها بر عملکرد دانه عدس در واحد سطح

حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

Fig. 8. Effect of type and time of application of herbicides on grain yield per unit area

The similar letters indicate non-significant difference at 0.01 probability level. **IAP**: Immediately after planting; **IBCE**: Immediately before crop emergence; **E- P:** Eraly post herbicide application



شکل ۹- تجزیه کلاستر دسته‌بندی علف‌کش‌ها بر اساس کارآمدی نسبی برای کنترل علف‌های‌هرز کشت عدس

(دسته‌بندی در پنج گروه در فاصله اقلیدسی ۰/۲۷۵۷)

Fig 9. Cluster analysis of herbicide classification based on relative efficiency for weeds control in lentil (cultivation(categorization in five groups in Euclidean distance 0.2757)

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد بلافاصله پس از کاشت فلومتسولام به مقدار ۲۰ گرم در هکتار و کاربرد پیش رویشی ایمازتاپیر ۳۵۰ میلی لیتر در هکتار در مقایسه با سایر تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش از کارآمدی مناسب‌تری برای کنترل علف‌های‌هرز کشت عدس برخوردار بودند، در حالی که کاربرد پیش‌رویشی اکسی‌فلورفن، کاربرد بلافاصله پس از کاشت ایزوکسافلوتل و متری‌بیوزین اثرات گیاه‌سوزی روی گیاه‌زراعی عدس داشتند، و علف‌کش پندیمتالین آریا بدلیل عدم کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ در شرایط معمول برای کنترل علف‌های هرز مزارع عدس قابل توصیه نیستند. به طور کلی در بین تیمارهای آزمایش از نظر سطح کارایی کنترلی و سطح ایمنی برای گیاه‌زراعی عدس، کاربرد بلافاصله پس از کاشت فلومتسولام بهترین تیمار علف‌کش بود.

منابع

1. Abi-Ghanem, R., Carpenter-Boggs, L., and Smith, J.L. 2011.Cultivar effects on nitrogen fixation in peas and lentils. Biology and Fertility of Soils 47(1):115-120.
2. Ahmadi, A.R. 2011. Weed floristic composition and chemical weed management of Lentil. Ph.D. Thesis. Ferdowsi University of, Mashhad.
3. Ahmadi, A.R., RashedMohasel, M.H., Khazaei, H.R., Ghanbari, A., Ghorbani, R., and Mousavi, S.K. 2013. Weed floristic composition in lentil (*Lens culinaris* Medik.) Farms in Khorramabad. Iranian Journal of Field Crops Research 11(1): 45-53. (In Persian with English Summary).
4. Ahmadi, A.R., Shahbazi, S., and Diyanat, M. 2016. Efficacy of five herbicides for weed control in rain-fed lentil (*Lens culinaris* Medik.). Weed Technology 30(2): 448-455.
5. Alikani, R., S. Saeedipour and Lorzadeh, Sh. 2017. Investigating the effect of oxyfluorfen herbicide levels on the control of Bindweeds (*Convolvulus arrensis* L.) and yield components of two varieties of mung bean (*Vigna radiate*) in the weather conditions of Ahvaz. Bi-Quarterly Journal of Plant Production 6(2):41-48.
6. Amiri, S. 2007. Evaluating the efficiency of several herbicides in controlling weeds in dry lentil cultivation in Yasouj region. Master's thesis. University of Birjand.
7. Azari, S. J., M. Parsa, M., Nezami, A., Tavakol Afshari, R., and Nabati, J. 2022. Effect of priming and temperature on emergence and establishment of two lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes featuring

low and high seed vigor. Iranian Journal of Pulses Research 12(1): 24-36. (In Persian with English Summary).
8. Bhowmick, M.K., Bag, M.K., and Islam, S. 2010. Integrated weed management in lentil (*Lens culinaris* Medikus). The Journal of Plant Protection Sciences 2 (2): 88-91.
9. Brand, J., Yaduraju, NT., Shivakumar, BG., and McMurray, L. 2007. Weed management. Pages 159–172 in Yadav SS, McNeil DL, Stevenson PC, eds. Lentil: An Ancient Crop for Modern Times. Dordrecht, the Netherlands: Springer
10. Chaudhary, S.U., Iqbal, J., Hussain, M., and Wajid, A. 2011. Economical weed control in lentils crop. The Journal of Animal & Plant Science 21(4): 734-737.
11. Delivin, D.L., Long, Y.H. and Madax, L.D. 1991. Using reduced rates of post emergence, herbicide in soybean (*Glycine max*). Weed Technology, 5:534 – 840.
12. Délye, C. 2005. Weed resistance to acetyl coenzyme A carboxylase inhibitors: An update. Weed Science 53(5): 728-746.
13. Elkoca, E., Kantar F., and Zengin, H. 2005. Weed control in lentil (*Lens culinaris* Medik.) in eastern Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 33(3): 231-239.
14. Ellis, C., Lane, A., Robinson, D., and O'Sullivan, C. 2017. Considerations for optimising the application of pre-emergence herbicides. Aspects of Applied Biology 134: 7-14.
15. Fageria, N.K., Baligar, V.C., Jones, C.A. 2010. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. CRC Press, New York.
16. FAO. 2016. Food and Agriculture organization of the United Nations. Available at Web Site http://www.fao.org/.
17. Fraser J, Moyer JR, Topinka AK, McCartney D. 2003. Tolerance of annual forage legumes to herbicides in Alberta. Can J Plant Sci 83: 649-652.
18. Guglielmini, A.C., Verdu´ , A.M.C., Satorre, E.H. 2016. Competitive ability of five common weed species in competition with soybean. Int. J. Pest Manag. 63, 30–36.
19. Hanson, B.D., and Thill, D.C. 2001. Effects of imazethapyr and pendimethalin on lentil (*Lens culinaris* Medik.), pea (*Pisum sativum*), and a subsequent winter wheat (*Triticum aestivum*) crop. Weed Technology 15(1): 190-194.
20. Heap, I., and Duke, S.O. 2018. Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. Pest Management Science 74(5): 1040-1049.
21. Hossain, Z., Wang, X., Hamel, C., Knight, J.D., Morrison, M.J., and Gan, Y. 2016. Biological nitrogen fixation by pulse crops on semiarid Canadian prairies. Canadian Journal of Plant Science 97(1): 119-131.
22. Izadi-Darbandi, E., and Maghsoudi, A. 2021. Effect of biological and chemical fertilizers and weed control methods on lentil (*Lens culinaris* Medik.) biomass and seed yield. Iranian Journal of Pulses Research 12 (1): 144-155. (In Persian with English Summary).
23. Jabran, K., Chauhan, B.S. 2015. Weed management in aerobic rice systems. Crop. Prot. 78, 151–163.
24. Johnson, E.N., Ulrich, D.J. Blackshaw, R.E. Sapsford, K.L. and Holms, F. A. 2007. Effect of timing of isoxaflutole application on weed control in desi chickpea (*Cicer arietinum* L.). https://harvest.usask.ca/bitstream/handle/10388/9375/E.N.%20Johnson%20et%20al,%202007.pdf?sequence=1 Accessed: December 4, 2018.
25. Kantar F, Zengin H and Elkoca E. 2005. Weed control in lentil (*Lens culinaris* Medik.) in eastern Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2005, Vol. 33
26. Matthews, J. 2018. Management of herbicide resistant weed populations.In: Herbicide Resistance in Plants. CRC Press, pp 317-336.
27. Mckay, K., Miller, P. Jenks, B. Riesselman, J. Neill, K. Buschena, D. and Bussan, A.J. 2002. Growing chickpea in the northern great plains. North Dakota State University. NDSU Extension Service. Bulletin A-1236. 8 pp.
28. McMurray, L., Preston, C., Vandenberg, A., Mao, D., Oldach K., Meier K., and Paull J. 2018. Development of high levels of Metribuzin tolerance in Lentil. Journal of Weed Science 67(1): 83-90.
29. Mojeni, K H., Alizadeh, H., Majnoun-Hosseini, N., and Peyghambari, S.A. 2004. Effect of Herbicides and handweeding in control of weed in winter seeding and spring sown Lentil (*Lens culinaris* Medik.). Journal of Agronomy Science 1: 68-79. (In Persian).
30. Mousavi, S.K., Sabeti, P., Jafarzadeh, N., and Bazzazi, D. 2010. Evaluation of some herbicides efficacy for weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Pulses Research 1(1): 19-31. In Persian with English Summary.

31. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad. 524 Pp. (In Persian).
32. Sandral, G.H., Dear, B.S., Pratley, J.E., and Cullis, B.R. 1997. Herbicide dose response rate response curve in subterranean clover determined by a bioassay. Australian Journal of Experimental Agricultural 37: 67-74.
33. Singh, G., Kaur, H., and Khanna, V. 2014. Weed management in lentil with post-emergence herbicides. Indian Journal of Weed Science 46 (2): 187-189.
34. Thomas, A. G. 1991. Floristic composition and relative abundance of weeds in annual crops of Manitoba. Can. J. of Plant Sci. 71: 831-839.
35. Veisi, M. 2001. Investigation of new herbicide Isoxaflutole in chickpea (*Cicer arietinum* L.) fields. Final report of Plant Protection Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran. No 397. (In Persian).
36. Vencill, W.K. 2002. Herbicide Handbook. No.Ed. 8 pp.x + 493 pp. ref. 230. University of Georgia, Athens, Georgia, USA.
37. Wall, D.1994. Response of flax and lentil to seeding rates, depths and springapplication of dinitroanaline herbicides. Canadian Journal of Plant Science 74 (4): 875-882.
38. Zand, E., Baghestani, M.A., Nezamabadi, N., Shimi, P., and Mousavi, S.K. 2017. A Guide Chemical Control of Weed in Iran. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 223 Pp. (In Persian).
39. Zollinger, R.K. 2006. North Dakota Weed Control Guide. North Dakota State University (NDSU) Extension Service Bulletin W-253. Fargo, ND: North Dakota State University. http://www.ag.ndsu.nodak.edu/weeds/w253/w253-1c.htm. Accessed January 2008.

Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: **https://ijpr.um.ac.ir**
Vol. 14, No. 1, June 2023, p. 160-179 (Original Research Article)




Efficacy of herbicides time application for weed control in rain-fed Lentil (*Lens culinaris* Medik.)

Jafari[1], Bentolhoda; Ahmadi[2*], Abdolreza; and Mousavi[3], Seyed Karim

1. MSc. Student of Weed Science, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran; j.hoda91@yahoo.com
2. Assosiate Professor of Weeds Science, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture Lorestan University of Khorramabad, Iran; Ahmadi.a@lu.ac.ir; ORCID: 0000-0003-3135-4648
3. Assistant Professor of Weeds Science Plant Protection Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Lorestan, Iran; skmousavi@gmail.com

The Dates:
Received: 28 September 2022; **Revised:** 16 November 2022
Accepted: 18 March 2023; **Available Online:** 22 June 2023

How to cite this article:
Jafari, B., Ahmadi, A., and Mousavi, S.K. 2023 Efficacy of herbicides time application for weed control in rain-fed Lentil (Lens culinaris Medik.). Iranian Journal of Pulses Research 14(1): 160-179. (In Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v14i1.2209-1045

Introduction

Rain-fed Lentil (*Lens culinaris* Medik.) is vulnerable to weed competition because of its tiny stature, slow establishment, and limited vegetative growth. Weed control is necessary for maximum seed yield and seed quality. Crop yield losses are primarily a result of competition with weeds for nutrients, moisture and space. Therefore, weed control at this period plays an important role to gain high roduction. Although the vast majority of lentil production is under rain-fed conditions, there is a little published information on weed control with herbicides in rain-fed lentils. Herbicides due to efficiency and expense savings play a essential role in weed control. The purpose of this research was to determine the best time to application effective herbicides in weeds control for the maximum rain-fed Lentil production in Khorramabad.

Materials and Methods

The Lentil (*Lens culinaris* Medik.) field experiment was carried out as split plot based on complete randomized block design with three replications during 2017-2018 in Khorramabad (48.21°E, 33.29°N, 1170 m above sea level, 450 mm average yearly precipitation) Iran. The following herbicides were used: Oxyfluorfen (EC 24%) 1 Li ha^{-1}, Isoxaflutole (SC 480) 200 Ml ha^{-1}, Flumetsulam(WG 800) 20 g ha^{-1}, Metribuzin (WP 70%) 500g ha^{-1}, Pendimethalin *Aria(*EC33%) 4 li ha^{-1}, Pendimethalin *Prowl* (CS45.5%) 4li ha^{-1}, Imazethapyr (SL10%) 350 ml ha^{-1} and Pendimethalin *prowl* 2li ha^{-1}plus Imazethapyr 350 ml ha^{-1}. Herbicide applicatioin time at 3 levels; IAP application (Immediately after planting), PRE application and IBCE (eraly post herbicide application at fourth lentil node stage) was assigned to the main and sub plots respectively. The fields were in wheat cultivation in the year before the experiments. The soil at the test sites was a silty loam with a pH of 7.9 and organic matter of 1.11%. Lentil was sown at a density of 75 kg seed ha^{-1} by hand on December 21, 2017. Herbicides were sprayed with an electric knapsack sprayer MATABI (calibrated to deliver 300 L ha^{-1}. In order to evaluate the effect of treatments on weeds density and biomass, at the beginning of lentil flowering, sampling was done from a surface of 0.3 m^{-2} area and weed density and weed biomass recorded. At lentil physiological maturity, the yield and yield components were measured by harvesting lentil plants from a 1-m^2 area in each plot (Izadi & Maghsoudi, 1400). The data were subjected to the analysis of variance using SAS. Means were compared using Duncan's Multiple Range test at P=0.05 level of significance.

[*] **Corresponding Author:** Ahmadi.a@lu.ac.ir

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 14, No. 1, June 2023, p. 160-179 (Original Research Article)

Results and Discussion

The results indicated that the lowest weed density and weed biomass were associated with Flumetsulam and Prowl plus Imazethapyr. The average weed densities for the postemergence and preemergence treatments of the eight evaluated herbicides were 14.9% and 31.0% lower, respectively, compared to the herbicide application immediately after planting. The least herbicide injury effects on the Lentil crop were assigned to the Pendimethalin Aria, Pendimethalin *Prowl*, Prowl plus Imazethapyr, Imazethapyr and Flumetsulam. In the case of Oxyfluorfen herbicide, weed density for early postemergence application treatment was 84.1% lower than in PRE application. In the case of Isoxaflutole herbicide, the mean weed density for application immediately after planting was 79.3% lower than for early post-application. In the case of Flumetsulam herbicide, the mean of weed biomass for application immediately after planting was 73.3% and 66.6% less than preemergence and early post-application, respectively. With the exception of Flumetsulam herbicide, there was no significant difference between the different herbicide application times in terms of weed biomass. The highest average Lentil grain yield per unit area was observed when Flumetsulam herbicide was applied immediately after planting. On the other hand, the lowest average Lentil grain yield per unit area was recorded when Isoxaflutole herbicide was applied immediately after planting. No significant differences in Lentil grain yield per unit area were found between the different application times for the herbicides Metribuzin and Imazethapyr. Based on cluster analysis grouping of relative efficacy of control treatments, immediately after planting application or preemergence application of Flumetsulam and early postemergence application of Imazethapyr were better than the other herbicide treatments for Lentil weed control, whereas the lowest relative efficacy was related to preemergence application of Oxyfluorfen, immediately after planting application of Isoxaflutole and Metribuzin, and preemergence application of Pendimethalin *Arya*.

Conclusion

Based on the results of this research, the application of flumezolam immediately after planting (20 g ha^{-1}) and imazatapir(350 ml ha^{-1}) as pre-emergence application have had more efficiency for weed control in lentil than other herbicide treatments, while the pre-emergent application of oxyfluorfen, the application immediately after planting of isoxaflotel and metribyozin have had the effects of plant burning on lentil crops and the pendimethalin *Aria* herbicide is not recommended in lentil farms because of to the lack of control of broadleaf weeds under normal conditions in lentil fields. In general, among the experimental treatments, in terms of the level of control efficiency and the level of safety for the lentil crop, the application of flumetsulam immediately after planting was the best herbicide treatment.

Keywords: Flumetsulam، Imazethapyr، Isoxaflutole، Metribuzin